



Tauw

COVER



3ba srl
Servizi di Progettazione
di Ingegneria Integrata a socio unico

EP PRODUZIONE

Centrale di Ostiglia: installazione di una nuova unità a Ciclo Combinato e interventi di miglioramento ambientale sui gruppi esistenti

EP Produzione S.p.A.

Studio di Impatto Ambientale

Allegato G: Modello di Distribuzione della Temperatura nel Plume

3 luglio 2020

Ns rif. 037OS00082 – SIA – All. G

Riferimenti

Titolo Centrale di Ostiglia: installazione di una nuova unità a Ciclo Combinato e interventi di miglioramento ambientale sui gruppi esistenti – Studio di Impatto Ambientale – Allegato G: Modello di Distribuzione della Temperatura nel Plume

Cliente EP Produzione S.p.A.

EMISSIONE		TAUW	Cod. 037OS00082 - All. G - MC		
00	03/07/2020	Emissione per autorizzazioni	A. Panicucci, E. Sbrana	L. Magni	O. Retini
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Numero di pagine 6

Data 3 Luglio 2020

Colophon

Tauw Italia S.r.l.
Galleria Giovan Battista Gerace 14
56124 Pisa
T +39 05 05 42 78 0
E info@tauw.com



Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. Tauw Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da Tauw Italia, che opera mediante un sistema di gestione certificato secondo la norma

UNI EN ISO 9001:2015.



Ai sensi del GDPR n.679/2016 la invitiamo a prendere visione dell'informativa sul Trattamento dei Dati Personali su www.tauw.it.

Indice

1	Metodo di calcolo per la determinazione della distribuzione di temperatura nel pennacchio. Metodo Halitsky (1968).....	4
---	---	---



1 Metodo di calcolo per la determinazione della distribuzione di temperatura nel pennacchio. Metodo Halitsky (1968)

Non esiste un metodo standard per modellare la distribuzione di temperatura in un pennacchio tipico delle emissioni industriali.

Studi svolti nel passato assumono come ipotesi la similitudine tra la distribuzione della concentrazione e la distribuzione di temperatura.

In primo luogo si definisce il coefficiente di diluizione D_c della concentrazione come:

$$D_c = \frac{C_0}{C}$$

In cui:

- C_0 [g/m³] è la concentrazione nei fumi all'uscita del camino;
- C [g/m³] è la concentrazione nel punto di interesse.

Sotto certe condizioni si assume che il coefficiente di diluizione della temperatura D_T è pari al coefficiente di diluizione della concentrazione (Kuo 1997).

$$D_T = \frac{T_s - T_a}{T - T_a} = D_c$$

In cui:

- T è la temperatura nel punto di interesse;
- T_a è la temperatura ambiente;
- T_s è la temperatura dei gas all'uscita del camino.

Conoscendo la dispersione di un inquinante risulta semplice calcolare la temperatura.

Fondamentalmente le equazioni che governano la diffusione del calore e della massa hanno un'identica struttura formale. L'equazione di diffusione del calore ha la seguente forma:

$$\rho c_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} \right) = \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right]$$

In cui:

- ρ è la densità del fluido;
- c_p è il calore specifico;
- k è la conducibilità termica.

La conducibilità termica può variare nel volume infinitesimo, mentre la densità e il calore specifico sono assunti come costanti.

Se k è costante nello spazio e isotropica l'equazione si semplifica nella seguente forma in cui α corrisponde alla diffusività termica.

$$\frac{1}{\alpha} \left(\frac{\partial T}{\partial t} \right) = \nabla^2 T$$

Considerazioni simili per le concentrazioni massiche portano alla seguente forma:

$$\frac{1}{D} \left(\frac{\partial C}{\partial t} \right) = \nabla^2 C$$

In cui D è la diffusività massica.

L'ultima equazione è valida per solidi o liquidi e implica una eguale diffusione di massa e temperatura se la densità è relativamente costante

Nei gas la densità è funzione della temperatura e la diffusività termica non è costante.

Considerando la densità ρ come funzione della temperatura, Halitsky (1968) (*Modeling Plume Interactions with Surround for a Synthetic Imaging Applications*, Johnatan Bishop, Rochester Institute of Technology, anno 2001) suggerisce una correzione delle relazioni dei coefficienti di diluizione sopra accennati:

$$D_T = \frac{T_s - T_a}{T - T_a} = D_v = D_c \frac{T_s}{T}$$

In cui D_v è sostanzialmente il coefficiente D_c corretto in base alla variazione di densità.

Esplicitando, la temperatura risulta:

$$T = \frac{T_a}{1 - \frac{T_s - T_a}{T_s} \frac{C}{C_0}}$$

Valida sotto le seguenti ipotesi:

- i gas emessi al camino e l'aria ambiente hanno identici calori specifici;
- gli scambi termici dominanti avvengono tra il plume-gas e l'aria miscelata con il pennacchio, gli scambi radiativi tra il plume, regioni distanti dell'atmosfera e terreno sono trascurabili;

- il plume non urta contro oggetti o contro il terreno, se accadesse si verificherebbero scambi termici e non massici e quindi si altererebbe la stima della distribuzione di temperatura secondo questa metodologia;
- nel caso di più pennacchi non avvengono urti o miscele tra di loro, se accadesse ciò la concentrazione in un punto sarebbe la somma delle concentrazioni dei due plume, mentre la temperatura è approssimativamente una media delle temperature dei due plume, pesata per i loro flussi di massa;
- la massa e la temperatura hanno lo stesso rateo di diffusione (Numero di Lewis $Le = \alpha/c_p = 1$).

Queste ipotesi sono valide in range di temperatura piuttosto ridotti (come quelli del condensatore ad aria), infatti i valori di densità e calore specifico dell'aria in uscita dal condensatore e dell'aria ambiente sono rispettivamente simili e circa costanti, e sono ridotti gli scambi termici radiativi.